

沿道緑地による窒素酸化物低減効果について

重岡昌代¹・渡邊政彦²
村瀬茂世¹・山崎 誠¹

Effect of decreasing of nitrogen oxides by roadside green belt

Masayo SHIGEOKA, Masahiko WATANABE, Shigeyo MURASE
and Makoto YAMASAKI

要 旨

沿道緑地を持つ大気汚染物質の浄化機能に着目し、歩道植栽帯及び中央分離帯による道路近傍の窒素酸化物低減効果と、植栽構造の違いによる低減効果の差を、フィルターバッジ式測定法を用いて調査を行った。

よかトピア通り福浜の歩道植栽帯や空港通りの中央分離帯では、距離による窒素酸化物濃度の減衰に加えてさらに 10 %程度低減化することがわかった。また、築堤と植栽という構造のよかトピア通り福岡ドーム前・博物館南口では 10～20 %の低減効果があり、窒素酸化物濃度の低減には「築堤+植栽」という構造も効果的であることがわかった。さらに、植栽も密な部分ほど窒素酸化物低減効果が大であることが判明し、沿道緑地による窒素酸化物低減効果を高めるには、植栽構造にも留意しなければならないと思われる。

Key Words : 窒素酸化物 Nitrogen oxides, 沿道緑地 Roadside green belt,
大気汚染物質 Air pollutants, 自動車排ガス Automobile exhaust,
低減効果 Effect of decreasing

I はじめに

福岡市における大気環境の汚染源は、大規模な工場がない本市の特性上、その大半が自動車排ガスによるものであり、特に窒素酸化物の低減化対策が必要である¹⁾。低減化には都市部の交通規制のような行政的なものと浄化対策のような技術的なものがあるが、今回、沿道緑地を持つ大気汚染物質の浄化機能²⁾に着目し、歩道植栽帯及び中央分離帯による道路近傍の窒素酸化物低減効果の定量と、植栽構造の違いによる低減効果の差を調査したので報告する。

II 調査方法

調査は、平成 9 年 10 月から平成 12 年 1 月まで行った。距離による窒素酸化物濃度の減衰（以下距離減衰という）の調査地点として、周辺に緑地がなく道路の鉛直方向に向けて減衰調査を行うに必要な距離が確保できかつ他の影響を受けにくいと思われる東比恵、よかトピア橋及び百道浜橋の 3 か所を、沿道緑地による浄化効果調査地点としてそれぞれ植栽構造が異なるよかトピア通り福浜・福岡ドーム前・博物館南口及び空港通りの 4 か所を選定した（図 1）。

今回の調査では、窒素酸化物の対象として二酸化窒素を測定した。測定方法は、トリエタノールアミンを含浸した 4 × 3cm のろ紙による市販のフィルターバッジを歩道植栽帯及び中央分離帯に一週間設置し、回収後密封して試験室に持ち帰り、発色液を加え 40 分間放置した後

1. 福岡市保健環境研究所 環境科学課
2. 福岡市保健環境研究所 環境科学課
(現所属: (財)福岡市環境衛生公社 企画推進室)

波長 545nm で吸光度を測定し、二酸化窒素濃度とした。

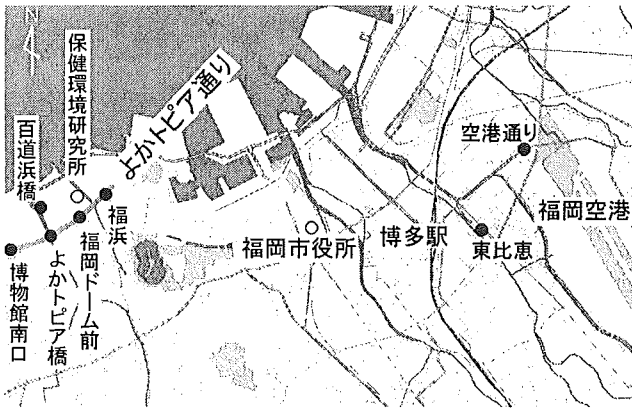


図 1. 調査地点

Ⅲ 結果および考察

1. 距離減衰調査

平成 9 年に調査を行った東比恵と、平成 11 年に調査を行った百道浜橋及びよかトピア橋の結果を用いて二酸化窒素の距離減衰の近似式を算出した。道路際の濃度(以下初期濃度という)、車道からの距離、実測した濃度を対数変換して重回帰分析を行った結果、

$$y = a^{0.961} \times x^{-0.0787} \times 10^{0.0328} \quad \text{--- ①}$$

(a = 初期濃度, x = 車道からの距離)

の近似式が得られ、濃度は初期濃度に正の相関を示し(偏相関係数 0.9914)、車道からの距離に負の相関を示した(偏相関係数 -0.9385)。①式から得られた計算上の距離減衰濃度(以下試算値という)と、実測値の結果を表 1、

表 1. 距離減衰結果

	初期濃度	距離	実測値	試算値
東比恵1	46.1	0.6	46.1	44.6
	46.1	2	42.7	40.5
	46.1	13.5	35.3	34.9
	46.1	20	33.7	33.8
	46.1	35	31.6	32.4
東比恵2	47.6	0.6	47.6	46.0
	47.6	2	41.9	41.8
	47.6	20	33.0	34.9
	47.6	35	33.7	33.4
百道浜橋	23.6	0.3	23.6	24.7
	23.6	4.4	19.0	20.0
	23.6	8.5	18.8	19.0
	23.6	12.5	18.5	18.4
	23.6	16.5	16.8	18.0
	23.6	20.5	17.6	17.7
	23.6	30.5	16.3	17.2
	23.6	40.5	16.4	16.8
	23.6	50.5	16.0	16.5
よかトピア橋	21.2	0.3	21.2	22.3
	21.2	4.7	18.7	18.0
	21.2	8.3	17.4	17.2
	21.2	12.3	18.0	16.7
	21.2	16.3	17.2	16.3
	21.2	20.3	17.7	16.0
	21.2	30.3	16.6	15.5
	21.2	40.3	15.0	15.2
	21.2	50.3	14.8	14.9

単位:ppb

図 2, 3 に示す。東比恵の初期濃度は約 45ppb と比較的高く、百道浜橋及びよかトピア橋は約 25ppb と一般環境の年平均値³⁾に近い値を示した。図 2, 3 に示すとおり、初期濃度に差があっても試算値と実測値はよく合致したため、今後の沿道緑地の調査では、①式から求めた濃度を試算値として用いることとした。

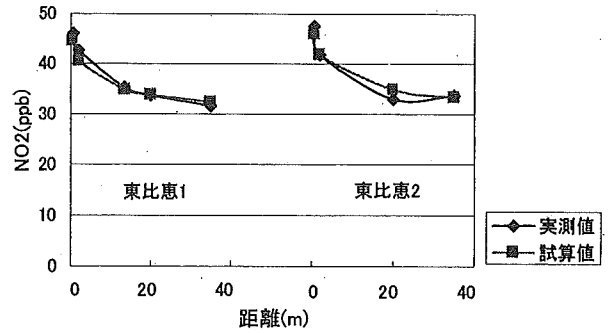


図 2. 距離減衰 1

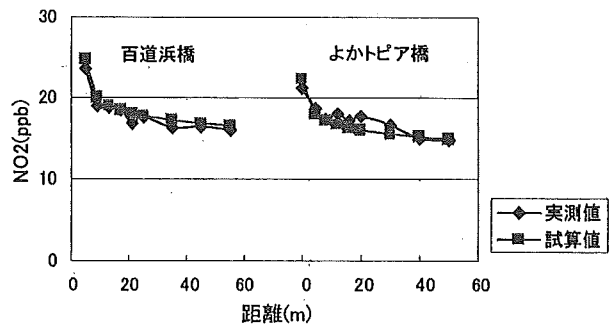


図 3. 距離減衰 2

2. 沿道緑地による窒素酸化物低減効果調査

1) よかトピア通り福浜

調査地点を図 4 に示す。ここでは歩道植栽帯による二酸化窒素低減効果を調査した。A 及び B 地点は歩道植栽帯の幅が 4m であったので、道路際 1.1m の所から 1m 間隔で計 5 ポイント、C 地点は歩道植栽帯の幅が 2m であったので、同様に計 3 ポイントとした。

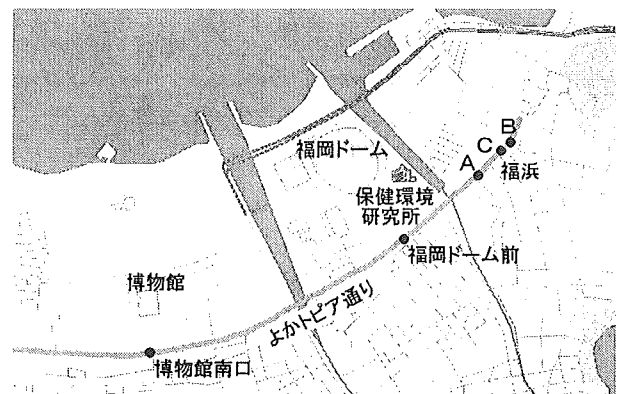


図 4. よかトピア通り調査地点

植栽帯の断面図を図5に示す。3つの調査地点を比較するとA及びBは植栽帯が密な状態であり、Cが疎な状態であった。結果は表2、図6のとおり、植栽帯が密なA地点では二酸化窒素濃度で2~6 ppb、率として7~17%、B地点では濃度で3~4 ppb、率として10%程度の低減効果があった。しかし植栽帯が疎なC地点では試算値と実測値に差はなく、二酸化窒素低減効果はなかった。

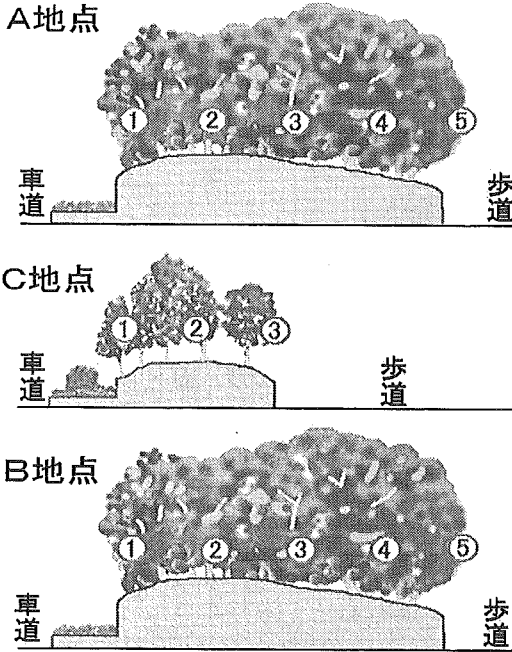


図5. 福浜断面図

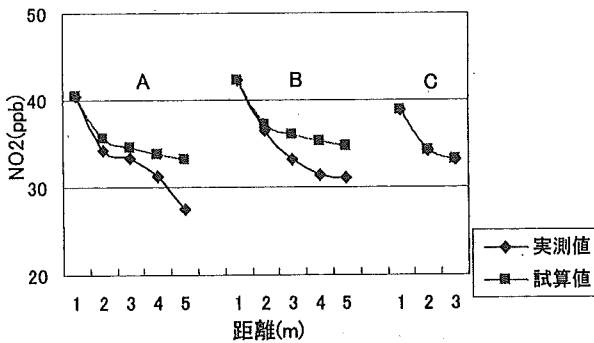


図6. 福浜調査結果

表2. 福浜調査結果

	距離	試算値	実測値
福浜A	1.1	40.4	40.4
	2.1	35.6	34.2
	3.1	34.5	33.3
	4.1	33.8	31.2
	5.1	33.2	27.5
福浜B	1.1	42.2	42.2
	2.1	37.1	36.4
	3.1	36.0	33.2
	4.1	35.2	31.3
	5.1	34.6	31.1
福浜C	1.1	38.8	38.8
	2.1	34.2	34.2
	3.1	33.2	33.1

単位: ppb

2) 空港通り

調査地点は、図7のとおりである。空港通り中央分離帯は幅が約9mあり、常緑広葉樹が植栽されている。ここでは中央分離帯の二酸化窒素低減効果を調査した。また、断面図8に示すとおり、空港通りには植栽帯が密な部分と疎な部分があり植栽構造の違いによって低減効果に差があるのか、また、植物の活性による差も考えられるため、春期で活性が高いと思われる平成10年5月、剪定を受けた後の平成11年9月、冬期で活性が夏の1/2~1/3に落ちていると思われる平成12年1月の3回調査を行った。測定ポイントは、1回目は道路から概ね1m、2~3m、中央分離帯のほぼ中央の計5ポイント、2回目と3回目は道路際を含めて1m間隔に10ポイントとした。

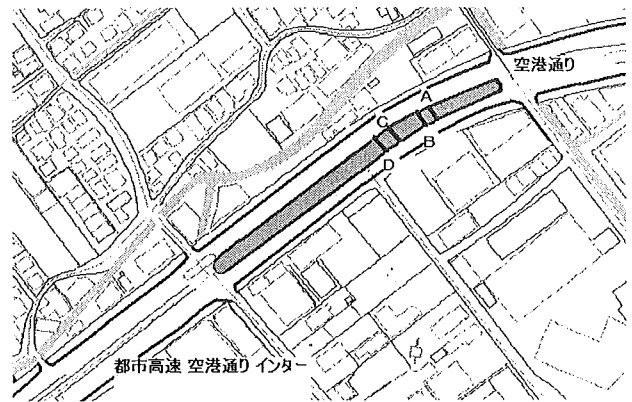


図7. 空港通り調査地点

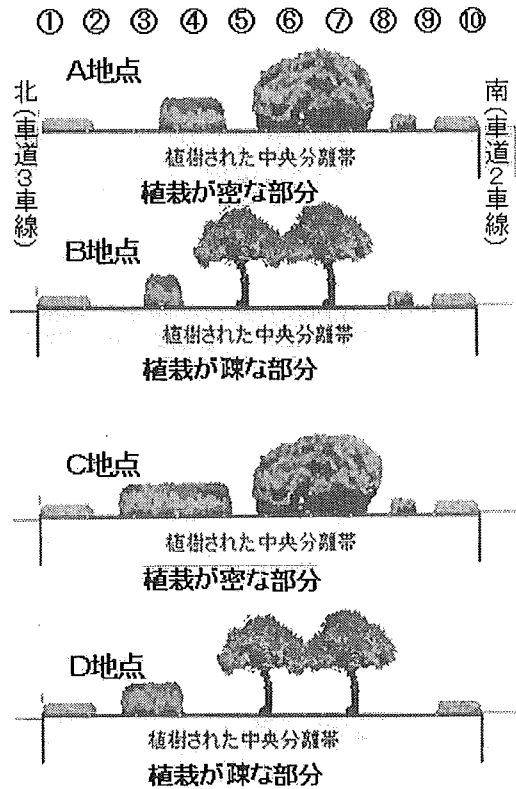


図8. 空港通り中央分離帯断面図

空港通り中央分離帯の道路際の二酸化窒素濃度は、3回の調査の平均で、北側が31.5ppb、南側が38.9ppbであり、北が低く南が高くなっており、なだらかに濃度勾配ができていた。これは、北側車道が3車線、南側車道が2車線であるため、北側は南側に比べ車両の密度が低く、かつ北側3車線のうち中央分離帯側の車線は右折用車線となっており交通量が少なくなっていたため、南側濃度より北側濃度が低くなったものと思われる。

距離減衰の試算値は、北側車道に由来するものと南側車道に由来するものの和として表されるので、距離減衰調査の①式から次に示す連立方程式をたて、

$$\begin{cases} y_N = a_N \times 0.1^{-0.0787} \times 10^{0.0328} + a_s \times 0.961 \times 9.1^{-0.0787} \times 10^{0.0328} & \text{②} \\ y_s = a_N \times 9.1^{-0.0787} \times 10^{0.0328} + a_s \times 0.1^{-0.0787} \times 10^{0.0328} & \text{③} \end{cases}$$

y_N : 北端の実測値, y_s : 南端の実測値
 a_N : 北側の初期濃度, a_s : 南側の初期濃度

②、③式より a_N 、 a_s について解き、北側、南側の初期濃度を求めた。

表3. 空港通り調査結果

	距離	試算値	実測 A(密)	実測 B(疎)	試算値	実測 C(密)	実測 D(疎)
空港通り1 (平成10年5月)	1	40.4	39.0	37.0	/	39.0	39.0
	3.2	40.3	35.0	40.0		35.5	40.0
	5.5	41.1	38.0	42.0		37.5	40.0
	7	42.2	42.5	44.0		40.5	43.0
	8.1	43.8	43.0	46.0		47.0	42.0
空港通り2 (平成11年9月)	0.1	29.6	29.4	29.7	27.8	27.0	28.5
	1.1	27.8	29.1	28.5	27.0	27.0	28.2
	2.1	27.5	27.7	28.2	27.0	24.8	24.2
	3.1	27.4	24.8	26.3	27.2	25.0	25.0
	4.1	27.5	25.0	26.6	27.4	23.8	26.4
	5.1	27.7	25.6	26.6	27.7	25.8	27.7
	6.1	28.0	27.2	28.6	28.2	26.8	26.8
	7.1	28.5	26.8	30.1	28.9	29.8	31.1
	8.1	29.5	29.6	32.2	30.1	—	—
	9.1	33.8	33.2	34.3	35.5	35.5	35.4
空港通り3 (平成12年1月)	0.1	27.6	28.2	27.0	26.9	27.1	26.7
	1.1	27.2	26.9	27.0	27.0	27.5	26.1
	2.1	27.4	27.8	26.4	27.2	26.7	27.1
	3.1	27.6	24.9	24.3	27.5	25.0	28.5
	4.1	27.9	24.1	27.7	27.9	24.8	26.4
	5.1	28.3	28.0	26.7	28.3	25.5	29.6
	6.1	28.8	27.8	28.5	28.9	27.5	28.7
	7.1	29.6	28.5	28.7	29.8	29.2	30.9
	8.1	31.0	—	29.9	31.3	32.2	32.3
	9.1	36.9	36.9	36.9	37.7	39.2	36.1

単位:ppb

結果を表3、図9～図13に示す。植栽が疎な部分は、3回の調査を通じて試算値とあまり差がなかった。植栽が密な部分は、中央分離帯全体として試算値と比べると、5月の調査で浄化率として7.5%、9月の剪定後の調査では約3.5%、冬期の1月の調査で、3～3.5%の低減効果があった。植栽の密な部分と疎な部分との比較から、植栽による二酸化窒素の吸収、吸着が強く示唆された。また、剪定後の9月より春期の5月の浄化率の方が高かったことより、大気浄化効果を高めるには、豊かな葉量を確保するという観点から自然仕立ての弱剪定方式が望ましいと思われる。さらに、活性が落ちていると思われ

た冬期でも3～3.5%の低減効果があり、剪定後の9月の調査とあまり変わらなかったことから、樹木による遮蔽効果との相乗効果が推察される。

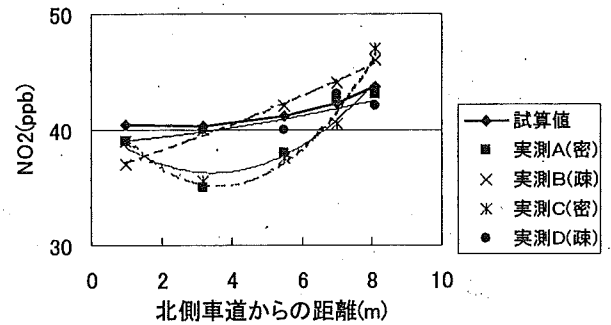


図9. 空港通り調査結果(平成10年5月)

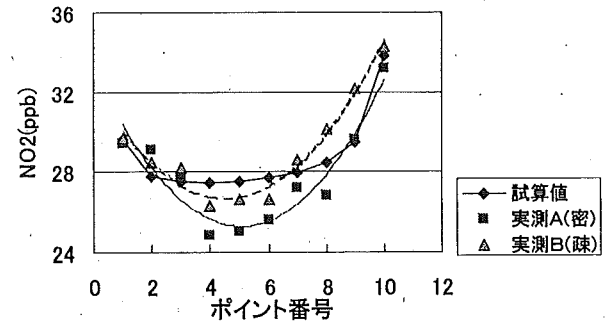


図10. 空港通り調査結果A,B地点(平成11年9月)

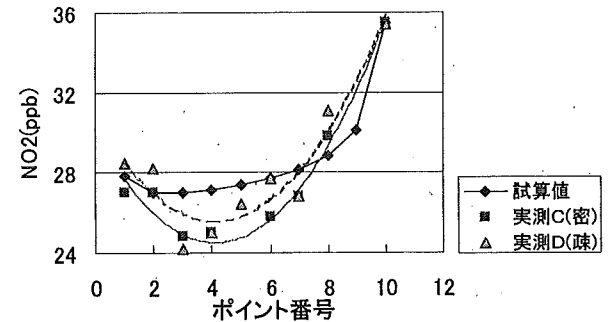


図11. 空港通り調査結果C,D地点(平成11年9月)

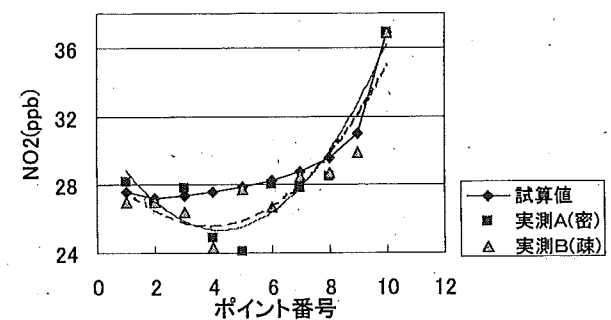


図12. 空港通り調査結果A,B地点(平成12年1月)

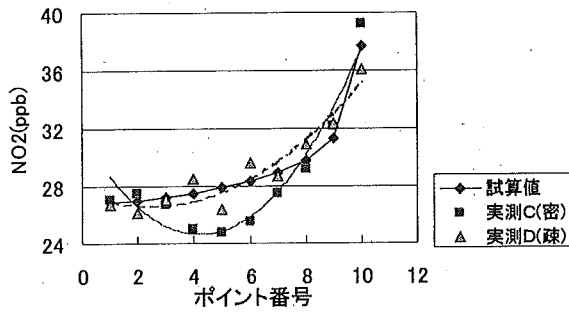


図 13. 空港通り調査結果C, D地点(平成12年1月)

3) よかトピア通り福岡ドーム前・博物館南口

調査地点は図4のとおりで、この区間の南側には、よかトピア通りと住宅地との間に幅約15mの緩衝地帯が設置されており、築堤及び比較的密集した植栽が施されている。これらによる二酸化窒素低減効果を見るため、福岡ドーム前バス停付近及び博物館南口バス停付近の2か所で調査を行った。福岡ドーム前の植栽と築堤の構造は図14に示すとおりで、サンプリングポイントは、植栽の道路側の端、植栽内部、植栽と築堤の境界、築堤上の中央部、築堤上の住居側、築堤の住居側下部の計6ポイントとした。



図 14. 福岡ドーム前断面図

博物館南口の植栽と築堤の構造は図15に示すとおりで、サンプリングポイントは車道端、築堤の車道側斜面、築堤の上部、築堤の住居側斜面、築堤後背部の植栽内部及び植栽の最も住居側の計6ポイントとした。

調査結果を表4、図16に示す。福岡ドーム前は道路際のフィルターバグが回収できなかったため、道路からの距離2.4m、二酸化窒素濃度25.7ppbから、①式を用いてその初期濃度を算出し(29.1ppb)、それを元に試算値を求めた。福岡ドーム前では、濃度として2~3ppb、率で10~15%の低減効果が見られた。博物館南口では、ポイント1及びポイント2は植栽帯がまばらであるため

ポイント1からポイント2にかけての濃度減少は距離減衰のみであり、実測値と試算値がよく一致している。ポイント3~6の築堤上部から築堤後背部にかけての実測値は、試算値を大きく下回り、概ね5ppb、率で20%の低減効果が見られた。これらはよかトピア通り福浜での調査結果よりも低減効果が大きく、植栽に加えて築堤を施したことによる遮蔽効果の現れであるといえる。

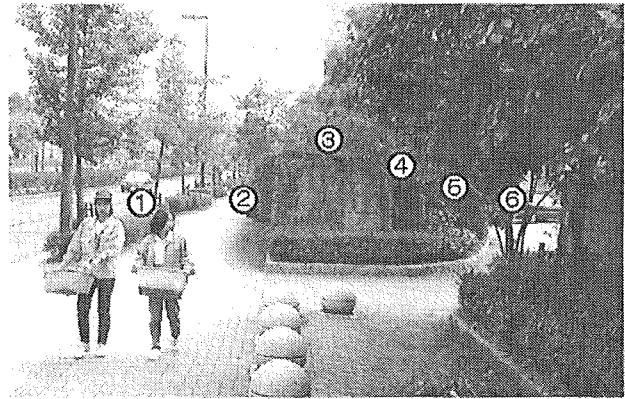


図 15. 博物館南口断面図

表 4. よかトピア通り調査結果

	距離	試算値	実測値
福岡ドーム前	0.5	29.1	-
	2.4	25.7	25.7
	6.9	23.6	21.9
	8.5	23.3	20.0
	10.2	22.9	20.0
	13	22.5	19.1
	14.6	22.3	19.4
博物館南口	0.8	29.3	29.3
	4.8	24.5	24.4
	6.6	23.8	20.1
	8.8	23.3	19.0
	10.5	23.0	19.4
	11.9	22.8	17.0

単位:ppb

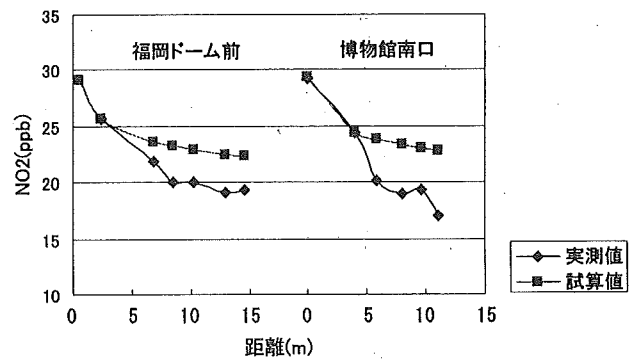


図 16. よかトピア通り調査結果

IV まとめ

1. 距離減衰調査

道路際の濃度が高い東比恵と、一般環境濃度に近いよかトピア橋、百道浜橋の実測値から二酸化窒素の距離減衰の試算式を求めた結果、

$$y = a^{0.961} \times x^{-0.0787} \times 10^{0.0328}$$

(a = 初期濃度, x = 道路沿道からの距離)

の近似式が得られ、濃度は初期濃度に正の相関を示し(偏相関係数 0.9914)、道路沿道からの距離に負の相関を示した(偏相関係数 - 0.9385)。

2. 沿道緑地による窒素酸化物低減効果調査

1) よかトピア通り福浜

歩道植栽帯の幅が約 4m のよかトピア通り福浜では、植栽帯が密な A、B 地点と疎な C 地点で調査を行った。植栽帯が密な A、B 地点では試算値より 10 % 程度の低減効果が見られた。しかし植栽帯が疎な C 地点では試算値と実測値が変わらず、二酸化窒素低減効果はなかった。以上のことより植栽密度の違いによって二酸化窒素低減効果が異なることがわかった。

2) 空港通り

中央分離帯で調査を行った空港通りは、春期で活性が高いと思われる平成 10 年 5 月、剪定を受けた後の平成 11 年 9 月、冬期で活性が落ちている平成 12 年 1 月の 3 回調査を行った。植栽密度による低減効果の差については、植栽が疎な部分では、3 回の調査を通じて試算値とあまり差がなかったが、植栽が密な部分は試算値と比べて、5 月の調査で浄化率として 7.5 %、9 月の剪定後の調査では約 3.5 %、冬期の 1 月の調査で、3 ~ 3.5 % の

低減効果があった。植栽の密な部分と疎な部分との比較から、よかトピア通り福浜と同様に植栽による二酸化窒素の吸収、吸着が強く示唆された。また、剪定後の 9 月より春期の 5 月の浄化率の方が高かったことより、大気浄化効果を高めるには、豊かな葉量を確保するという観点から自然仕立ての弱剪定方式が望ましいと思われる。さらに、活性が落ちていると思われた冬期でも 3 ~ 3.5 % の低減効果があり、剪定後の 9 月の調査とあまり変わらなかったことから、樹木による遮蔽効果との相乗効果が推察される。

3) よかトピア通り福岡ドーム前・博物館南口

よかトピア通り福岡ドーム前・博物館南口では、居住地との緩衝地帯として幅約 15m の植栽帯+築堤が設置されている。福岡ドーム前は、率で 10 ~ 15 % の低減効果が見られ、博物館南口では、概ね 20 % の低減効果が見られた。これらはよかトピア通り福浜での調査結果よりも低減効果が大きく、植栽に加えて築堤を施したことによる遮蔽効果の現れであるといえる。

以上のことより、植栽密度、剪定方法及び遮蔽構造物を適切に設けることで道路近傍の大気環境を改善することができるものと考えられる。

文 献

- 1) 福岡市環境局：年次報告書，1999
- 2) 公害健康補償予防協会：改訂版 大気浄化植樹マニュアル，1995
- 3) 福岡市環境局：福岡市大気測定結果報告書，1998